

doi: 10.63360/ipmm.v1.e8

Revisiones de alcance-narrativas

Aplicación de la Estimulación Eléctrica Nerviosa Percutánea (PENS) en trastornos musculoesqueléticos: una revisión narrativa

Javier Guerrero Troyano¹   0009-0009-7399-787X

¹Centro de Fisioterapia Javier Guerrero. Plaza Serrano Berges 13, local, Zaragoza, CP 50016, España.

RESUMEN

Antecedentes y objetivos: Diversos estudios han identificado que la estimulación eléctrica nerviosa percutánea (PENS, por sus siglas en inglés) tiene un impacto positivo en la modulación del dolor y en la mejora funcional en diferentes trastornos musculoesqueléticos. En los últimos años, ha aumentado el número de investigaciones que analizan su efectividad en el tratamiento del dolor y la funcionalidad. Esta revisión narrativa tiene como objetivo analizar la evidencia disponible en los últimos cinco años respecto a la efectividad de la PENS en la reducción del dolor y la mejora funcional, los mecanismos de acción propuestos y el grado de estandarización de los parámetros de tratamiento utilizados en la práctica clínica.

Métodos: Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Cochrane Library y SciELO, incluyendo ensayos clínicos aleatorizados, estudios observacionales y revisiones sistemáticas publicadas entre 2020 y 2025. Se incluyeron artículos en inglés y español que evaluaron la aplicación de PENS en adultos con trastornos musculoesqueléticos. La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante la escala GRADE.

Resultados: Se identificaron estudios que aplicaron PENS en condiciones como el dolor lumbar crónico, el dolor miofascial cervical y el dolor de rodilla. La mayoría de los estudios reportaron mejoras estadísticamente significativas tanto en la intensidad del dolor como en la funcionalidad, aunque la efectividad de la técnica varió en función de los parámetros de estimulación empleados y de las características metodológicas de cada estudio.

Discusión: La evidencia sugiere que la PENS aplicada de manera ecoguiada puede producir mejoras estadísticamente significativas en el dolor y la función a corto plazo. No obstante, persiste una importante variabilidad en los parámetros de aplicación y en la dosificación del tratamiento, lo que limita la comparabilidad entre estudios y la formulación de recomendaciones clínicas sólidas. Además, su uso ha sido explorado en sujetos sanos con fines de mejora del rendimiento muscular, aunque aún existen desafíos metodológicos en la estandarización de protocolos y en la evaluación de sus efectos a largo plazo.

Conclusión: La evidencia más reciente confirma que la PENS es una herramienta prometedora en el ámbito de la fisioterapia. Sin embargo, es necesario desarrollar estudios con mayor rigor metodológico que permitan optimizar sus parámetros de aplicación y evaluar su efectividad a medio y largo plazo.

Palabras clave: Estimulación eléctrica nerviosa percutánea, neuromodulación percutánea, trastornos musculoesqueléticos, fisioterapia, revisión sistemática.

1. Introducción

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) constituyen una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial, con un impacto significativo en la calidad de vida y en los costes sanitarios y laborales. Se estima que aproximadamente el 30% de los adultos padecen algún tipo de TME, siendo el dolor lumbar, el dolor cervical y la osteoartritis las formas más prevalentes⁽¹⁾. Estas condiciones no solo generan dolor, sino también limitaciones funcionales, alteraciones psicológicas y pérdida de productividad, representando hasta el 2% del PIB en países desarrollados⁽²⁾. Factores como la edad, el sedentarismo, las comorbilidades y la carga laboral física se asocian con una mayor prevalencia y severidad⁽³⁾.

En la práctica clínica, los TME se abordan mediante intervenciones combinadas que incluyen ejercicio terapéutico, educación del paciente, terapia manual y técnicas de fisioterapia invasiva. Dentro de esta última categoría se encuentran abordajes como la punción seca, la electrólisis percutánea y la estimulación eléctrica nerviosa percutánea (PENS, por sus siglas en inglés)⁽⁴⁾. La PENS se distingue por utilizar agujas de acupuntura como electrodos para aplicar corriente eléctrica directamente sobre un nervio periférico o un punto motor muscular, habitualmente bajo guía ecográfica para mejorar la precisión y seguridad del procedimiento⁽⁵⁾.

Técnicamente, la PENS consiste en la inserción percutánea de una aguja conectada a un generador de impulsos eléctricos que emite corrientes bifásicas o monopolares de baja o alta frecuencia (habitualmente entre 1 y 100 Hz), con el objetivo de estimular fibras aferentes de gran diámetro (Aβ) o fibras nociceptivas (Aδ y C) según el parámetro empleado⁽⁶⁾. Sus mecanismos de acción incluyen la activación de las vías inhibitorias descendentes, la liberación de opioides endógenos, la modulación de interneuronas en la médula espinal (teoría del “gate control”) y, posiblemente, efectos centrales como reorganización cortical^(7,8).

Históricamente, las técnicas de estimulación eléctrica han evolucionado desde la electroacupuntura tradicional china hasta la electroestimulación transcutánea (TENS) en los años 70, y posteriormente hacia métodos invasivos como la PENS, propuesta por Weiner y Reed en 1999 como alternativa para el manejo del dolor crónico⁽⁹⁾. Desde entonces, ha sido objeto de estudio en múltiples poblaciones, incluyendo pacientes con dolor lumbar crónico, cervicalgia miofasial, gonalgia anterior, hombro doloroso, epicondilalgia lateral y fibromialgia⁽¹⁰⁻¹²⁾. Además, se ha explorado su efecto sobre el rendimiento muscular en deportistas y bailarines^(13,14).

Diversas revisiones sistemáticas han evaluado su eficacia en los TME. Por un lado, Plaza Manzano et al.⁽⁸⁾ identificaron mejoras significativas en el dolor musculoesquelético de distintas localizaciones, aunque con variabilidad en los resultados funcionales. Por otro lado, Rodríguez Lagos et al.⁽¹⁵⁾, en su revisión sistemática, concluyeron que la PENS produce efectos inmediatos y a corto plazo sobre la modulación central y periférica del dolor en patología musculoesquelética, aunque estos efectos tienden a no mantenerse a largo plazo, subrayando la necesidad de más estudios con seguimiento prolongado. Además, Beltrán-Alacreu et al.⁽¹⁶⁾, al comparar PENS con TENS, concluyeron que PENS era más eficaz para reducir el dolor, aunque sin diferencias claras en función.

Si bien el dolor ha sido la variable más investigada, la PENS también ha mostrado beneficios en parámetros funcionales como el rango articular, la fuerza muscular y el equilibrio dinámico.

co^(11,12,14). No obstante, la heterogeneidad en los parámetros técnicos (frecuencia, número de sesiones, duración) y la falta de estandarización metodológica limitan la posibilidad de establecer guías clínicas claras.

Por tanto, esta revisión narrativa tiene como objetivo analizar la evidencia científica reciente (últimos cinco años) sobre la aplicación de la PENS en los TME, centrándose en sus efectos sobre el dolor y la funcionalidad, los tejidos diana abordados, los parámetros técnicos empleados y el nivel de estandarización alcanzado. Se busca también contextualizar su uso dentro de las intervenciones fisioterapéuticas actuales, resaltando su papel como herramienta complementaria en el abordaje multidimensional de los TME.

2. Métodos

Esta revisión narrativa fue elaborada siguiendo las recomendaciones metodológicas propuestas por Ferrari⁽¹⁷⁾ para revisiones narrativas, que sugieren incluir una estrategia de búsqueda sistemática, criterios de inclusión/exclusión bien definidos, y una síntesis crítica estructurada de los hallazgos. Aunque no se siguió una guía PRISMA completa, se adoptaron elementos estructurales que garantizan transparencia y reproducibilidad.

A pesar que la técnica PENS ha sido estudiada desde hace más de dos décadas, se aplicó un filtro temporal de cinco años (2020–2025) con el fin de sintetizar la evidencia más reciente y relevante, considerando el crecimiento exponencial de publicaciones sobre esta intervención en los últimos años y su incorporación progresiva a la fisioterapia invasiva clínica. Esta decisión busca concentrar la revisión en hallazgos actuales, protocolos más estandarizados y novedosas aplicaciones guiadas por ecografía.

2.1 Criterios de Elegibilidad

Población (P): Se incluyeron estudios que evaluaron a adultos (≥ 18 años) con diagnóstico de dolor musculoesquelético (agudo o crónico) en cualquier región corporal (columna, rodilla, hombro, etc.). Además se admitieron estudios que incluyeran sujetos asintomáticos si la intervención se planteaba como herramienta potencial para mejorar el rendimiento neuromuscular o como prevención de lesiones.

Intervención (I): Se seleccionaron estudios que aplicaron PENS como técnica principal, de forma aislada o en combinación con otras intervenciones exclusivamente fisioterapéuticas (como ejercicio terapéutico o educación). Se especificó que PENS debía ser administrada mediante aguja con corriente eléctrica, preferiblemente bajo guía ecográfica. No se consideraron estudios que combinaran PENS con intervenciones médicas invasivas o farmacológicas (infiltraciones, anestesia, bloqueo nervioso) al no permitir aislar su efecto clínico.

Comparador (C): Se aceptaron comparaciones con grupos control (placebo, intervención estándar o ninguna intervención), o estudios sin grupo control cuando se tratara de diseños cuasi-experimentales.

Resultados (O): Los estudios debían reportar al menos una de las siguientes variables: dolor o funcionalidad. En el caso de las revisiones sistemáticas debían reportar tanto dolor como funcionalidad.

Diseño del estudio (S): Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados (ECA), estudios cuasi-experimentales, observacionales (cohortes, casos y controles) y revisiones sistemáticas con o sin meta-análisis. Solo se consideraron artículos publicados en inglés o español con texto completo disponible.

2.2 Fuentes de Datos y Estrategia de Búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en abril de 2025 en las bases de datos PubMed, Cochrane Library y SciELO. Se emplearon términos controlados (Medical Subject Headings, MeSH) y términos libres relacionados con la técnica, la población, y las variables de interés principales: dolor y funcionalidad. La estrategia de búsqueda en PubMed fue:

("Percutaneous Electrical Nerve Stimulation"[MeSH] OR "PENS" OR "Electrical Stimulation Therapy"[MeSH]) AND ("Musculoskeletal Diseases"[MeSH] OR "Chronic Pain"[MeSH] OR "Low Back Pain"[MeSH] OR "Knee Joint"[MeSH] OR "Shoulder Pain"[MeSH]) AND ("Pain Measurement"[-MeSH] OR "Pain Management"[MeSH] OR "Functional Status"[MeSH] OR "Activities of Daily Living"[MeSH])

Se aplicaron los siguientes filtros:

- Idioma: inglés o español
- Población: adultos (≥ 18 años)
- Periodo: de enero de 2020 a abril de 2025
- Tipo de documento: artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis

Se utilizaron operadores booleanos "AND" y "OR" para maximizar la sensibilidad y especificidad de la búsqueda.

2.3 Selección de los Estudios incluidos en la Revisión

La selección de los estudios fue realizada íntegramente por el autor (JG) en dos fases. En la primera fase, se llevó a cabo un cribado inicial de títulos y resúmenes, excluyendo aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión. Aquellos estudios en los que hubo dudas tras la lectura del título y resumen fueron revisados a texto completo para confirmar si se trataba de intervenciones basadas en PENS y cumplían los criterios de elegibilidad. En la segunda fase, se procedió a evaluar el texto completo de los artículos seleccionados, verificando el cumplimiento estricto de los criterios de elegibilidad.

2.4 Proceso de Extracción de Datos y Síntesis de los Resultados

La extracción de datos se realizó mediante una hoja de registro estructurada que incluyó las siguientes variables:

Características del estudio: año de publicación y características de la población incluida.

Intervención: parámetros técnicos de la aplicación de PENS (frecuencia de estimulación, número y duración de sesiones, tejido diana estimulado, uso de guía ecográfica).

Variables de estudio:

- Intensidad del dolor: medida mediante escalas clínicas validadas como la Escala Visual Analógica (EVA), la Escala Numérica del Dolor (END) o el ítem 1 del índice de discapacidad de Oswestry (ODI).
- Funcionalidad: evaluada a través de cuestionarios estandarizados como el Neck Disability Index (NDI), ODI completo, pruebas de rendimiento físico (fuerza muscular, rango de movimiento) o actividades funcionales específicas.

Comparación/control: si existían grupos control (placebo, intervención convencional, TENS, etc.), se documentaron para su análisis cualitativo.

Eventos adversos: se registraron los efectos secundarios notificados en cada estudio, o la ausencia explícita de ellos cuando se informaba.

Todos los datos fueron analizados de forma descriptiva y organizados en tablas comparativas según el tipo de patología musculoesquelética, variables clínicas evaluadas, parámetros técnicos empleados y diseño del estudio.

2.5 Evaluación de la Calidad Metodológica de los Estudios Incluidos

Para valorar el nivel de calidad de la evidencia aportada por cada estudio incluido, se utilizó la herramienta GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation). Esta metodología clasifica la certeza de la evidencia en cuatro niveles: alta, moderada, baja y muy baja, según criterios de riesgo de sesgo, inconsistencia, indirecta evidencia, imprecisión y sesgo de publicación⁽¹⁸⁾. La evaluación GRADE fue realizada por un único revisor (JG). Los niveles de evidencia obtenidos se reflejan de forma cualitativa en la discusión, con énfasis en aquellas áreas donde la evidencia es más sólida o, por el contrario, más limitada.

2.6 Variables del Estudio

Variables principales

En los estudios incluidos se analizaron principalmente variables clínicas, agrupadas de la siguiente forma:

Intensidad del dolor musculoesquelético, evaluada mediante escalas clínicas validadas:

- Escala Visual Analógica (EVA)⁽¹⁹⁾.
- Escala Numérica del Dolor (END)⁽²⁰⁾.
- En algunos estudios también se consideró el ítem 1 del índice de discapacidad de Oswestry (ODI), que puntúa la severidad del dolor como parte de una escala funcional⁽²¹⁾.

Funcionalidad, evaluada a través de:

- Neck Disability Index (NDI)⁽²²⁾.
- Índice de discapacidad de Oswestry (ODI) en dolor lumbar, que mide la limitación funcional en actividades diarias⁽²¹⁾.

- Pruebas de rendimiento físico, tales como la fuerza muscular, el rango de movimiento (ROM), o el número de repeticiones máximas, utilizadas principalmente en poblaciones sanas o deportistas.

Variables secundarias

Parámetros técnicos de la intervención como frecuencia de estimulación (Hz), duración de las sesiones, número de sesiones y tejido diana (nervio o grupo muscular).

Eventos adversos o efectos secundarios: reporte explícito por parte de los estudios revisados sobre la presencia o ausencia de efectos secundarios (p. ej., molestias locales, fatiga muscular, etc.).

Las características contextuales de los participantes (edad, sexo, diagnóstico clínico, condición sana o patológica) fueron recogidas como parte de los datos descriptivos de cada estudio, pero no se consideraron variables clínicas principales para el análisis.

3. Resultados

3.1 Selección de los estudios

La búsqueda inicial en las bases de datos PubMed, Cochrane Library y SciELO identificó un total de 314 registros. Se eliminaron 96 estudios duplicados mediante el software Mendeley Reference Manager. A continuación, se procedió al cribado de 218 títulos y resúmenes, tras lo cual 42 artículos pasaron a evaluación a texto completo. Finalmente, se incluyeron 11 estudios que cumplían con todos los criterios de elegibilidad.

El proceso de selección se ilustra en la Figura 1 mediante un diagrama de flujo adaptado al formato PRISMA narrativo.

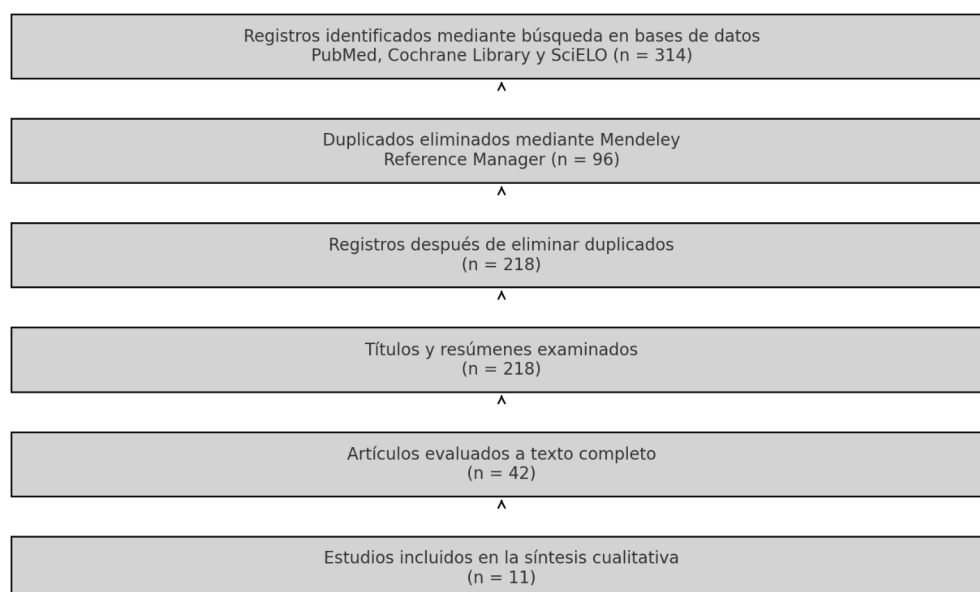


Figura 1. Diagrama de flujo.

3.2 Características de los estudios incluidos

3.2.1 Descripción general

Los 11 estudios incluidos fueron publicados entre 2020 y 2025. Ocho fueron estudios experimentales (de los cuales siete fueron ECAs) y tres fueron revisiones sistemáticas (dos con metaanálisis). El número total de participantes analizados fue de 502, con muestras que oscilaron entre 10 y 90 sujetos por estudio.

3.2.2 Resultados relacionados con la intensidad del dolor

- Cinco estudios evaluaron la intensidad del dolor mediante escalas validadas como (EVA), (END) o el ítem 1 (ODI) [10-12,26,27].
- Cinco estudios reportaron reducciones estadísticamente significativas del dolor tras la aplicación de PENS [10-12,25,26].
- Cinco estudios mostraron reducciones estadísticamente significativas del dolor y se observaron con frecuencias bajas (2 Hz - 3 Hz - 10 Hz) [10,12,23,25,26].
- Dos revisiones sistemáticas confirmaron mejoras a corto plazo en dolor, especialmente cuando se aplicaba PENS en comparación con placebo o TENS^(8,15).

3.2.3 Resultados relacionados con la funcionalidad

a) Funcionalidad en sujetos con patología

Seis estudios evaluaron parámetros funcionales en población con dolor musculoesquelético, utilizando escalas como el NDI, ODI, pruebas de fuerza muscular, salto, velocidad o 1RM [10-12,23,25,26]. En esta población, se observaron mejoras funcionales estadísticamente significativas, especialmente en pacientes con dolor lumbar o cervical.

Dos revisiones sistemáticas mostraron mejoras funcionales estadísticamente significativas^(8,16).

b) Funcionalidad en sujetos asintomáticos

Dos estudios realizados en sujetos sanos (atletas y bailarines) observaron mejoras en fuerza y rendimiento neuromuscular con tan solo una a tres sesiones de PENS^(13,14).

3.2.4 Parámetros técnicos de aplicación de PENS

Los parámetros de aplicación variaron ampliamente entre los estudios:

- Frecuencia: entre 1 Hz y 100 Hz. Las más comunes fueron 2, 3, 10 y 100 Hz.
- Duración de sesión: de 5 a 30 minutos, dependiendo del tipo de estímulo (repeticiones vs. sesión continua).
- Número de sesiones: desde 1 sesión única hasta protocolos de 8 semanas.
- Tejidos diana: nervios periféricos (ciático, glúteo superior, femoral, radial, supraescapular) y músculos como el cuádriceps, trapecio superior o flexor hallucis longus.
- Guía ecográfica: se especificó su uso en 9 de los 11 estudios.

3.2.5 Eventos adversos

La mayoría de los estudios informaron explícitamente sobre la ausencia de eventos adversos relacionados con la aplicación de PENS.

- Solo tres estudios^(11,12,14) mencionaron efectos adversos leves tras la aplicación de PENS, tales como molestias locales transitorias, fatiga muscular postpunción, espasmos o parestesias. Estos eventos no requirieron interrupción del tratamiento.
- Ningún estudio reportó complicaciones graves o de abandono del tratamiento por reacciones adversas.

3.3 Evaluación de la calidad de la evidencia (GRADE)

La herramienta GRADE fue utilizada para clasificar la certeza de la evidencia en función del tipo de estudio, riesgo de sesgo, precisión y aplicabilidad de los resultados.

Tabla 1. Herramienta GRADE

Artículo	GRADE	Justificación
García-Bermejo et al., 2020	Moderada	ECA bien diseñado pero sin seguimiento a largo plazo y muestra limitada.
de la Cruz-Torres et al., 2020	Baja	Estudio piloto en sujetos sanos, sin cegamiento, con aplicabilidad clínica limitada.
de Sire et al., 2021	Moderada	Revisión narrativa sin metaanálisis, aporta evidencia útil pero indirecta.
San-Emeterio-Iglesias et al., 2021	Moderada	ECA con buena metodología pero tamaño muestral reducido y sin seguimiento.
León-Hernández et al., 2021	Moderada	ECA con metodología sólida pero sin seguimiento a largo plazo.
Albert-Lucena et al., 2024	Moderada	ECA reciente con buena calidad metodológica, aunque con muestra pequeña.
San-Emeterio-Iglesias et al., 2022	Moderada	ECA adecuado pero limitado por precisión y aplicabilidad clínica.
Sangiacomo et al., 2024	Baja	Estudio piloto en sujetos sanos con muestra pequeña y sin seguimiento.
Plaza-Manzano et al., 2020	Moderada	Revisión sistemática con metaanálisis; estudios incluidos con calidad variable.
Rodríguez-Lagos et al., 2023	Moderada	Metaanálisis riguroso con heterogeneidad moderada en los estudios incluidos.
Beltrán-Alacreu et al., 2022	Moderada	Revisión sistemática sin metaanálisis, con evidencia narrativa indirecta.

3.4. Síntesis de los resultados

Siguiendo el enfoque propuesto por Ferrari⁽¹⁷⁾ para las revisiones narrativas, que recomienda una organización estructurada y coherente de la evidencia disponible, en la Tabla 2 se describen las características de los estudios experimentales incluidos, mientras que en la Tabla 3 se sintetizan los aspectos metodológicos y principales hallazgos de las revisiones sistemáticas seleccionadas.

Un hallazgo común en los estudios analizados es la heterogeneidad en los resultados clínicos asociados a la aplicación de PENS. Algunos ensayos reportaron mejoras significativas en la intensidad del dolor, como los de García-Bermejo et al.⁽¹⁰⁾, de Sire et al.⁽²³⁾, San-Emeterio-Iglesias et al.⁽²⁶⁾ y Albert-Lucena et al.⁽¹²⁾. Además, se observaron avances funcionales significativos

en variables como el control motor, el equilibrio o la fuerza muscular en estudios como los de Cruz-Torres et al.⁽¹³⁾, Sangiacomo et al.⁽¹⁴⁾ y San-Emeterio-Iglesias et al.⁽²⁷⁾. En cambio, otros estudios no evidenciaron diferencias funcionales estadísticamente significativas respecto a los grupos control, como en el caso de García-Bermejo et al.⁽¹⁰⁾, o presentaron resultados limitados en participantes con alto nivel de condición física, como en León-Hernández et al.⁽¹¹⁾.

Tabla 2. Características de los estudios experimentales.

Autor(es), año	Patología o condición	Tejido diana	Frecuencia + Tiempo estimulación	Duración de la intervención y Momentos de evaluación	Dolor	Funcionalidad
García-Bermejo et al., 2020	Dolor anterior de rodilla	Nervio femoral	10 Hz, 240 µs, 10 s x10	1 sesión, evaluación a las 24h y 1 semana	VAS ↓ significativa (p<0.01)	↑ fuerza cuádriceps (p<0.001)
de la Cruz-Torres et al., 2020	Fuerza FHL en bailarinas	Músculo flexor hallucis longus	10 Hz, 240 µs, 1.5 min	1 sesión, evaluación cruzada antes y después de la intervención	No evaluó dolor	↑ fuerza hallux (p<0.05)
de Sire et al., 2021	Dolor crónico mixto musculoesquelético	Nervio periférico (nervio tibial posterior, nervio femoral, nervio ciático)	Estimulación sensitiva inicial 100 Hz (0,2 V) → pulsos 2–100 Hz cada 3 s (0,5 V), 25 min	Protocolos variables (1–8 sesiones); evaluación inmediata y seguimiento clínico	Evidencia inconsistente para dolor de origen mixto	↑ ROM y calidad de vida en algunos estudios
San-Emeterio-Iglesias et al., 2021	Dolor lumbar crónico	Nervio ciático	3 Hz, 250 µs, 10 s x10	1 sesión, evaluación inmediata y a 1 semana	NRS ↓ (p<0.001), ODI ítem 1 ↓	↑ fuerza cadera, ROM, ↓ ODI (p<0.001)
León-Hernández et al., 2021	Puntos gatillo trapecio superior	Trapecio superior	2 Hz o 100 Hz, 10 s	6 sesiones en 2 semanas, evaluaciones pre y postintervención	VAS ↓ (p<0.05), PPT ↑ (p<0.05)	↑ ROM cervical, PPT (p<0.05)
Albert-Lucena et al., 2024	Epicondialgia lateral crónica	Nervio Radial (rama motora)	10 Hz, 250 µs, 10 s por impulso	4 sesiones (1 por semana), evaluaciones pre y postintervención	VAS ↓ significativa (p<0.01)	↑ fuerza prensión, PPT (p<0.01)
San-Emeterio-Iglesias et al., 2022	Dolor lumbar crónico	Nervio ciático	3 Hz, 250 µs, 10 s x10	1 sesión, evaluación pre y postinmediata	NRS ↓ significativa (p<0.001), ODI ↓ (p<0.001)	↑ fuerza cadera, ROM, ↓ ODI (p<0.001)
Sangiacomo et al., 2024	Fuerza de hombro en CrossFit	Nervios escapulares	10 Hz, 240 µs, 10 s x10	3 sesiones (1 por semana), evaluación pre y postfinal de intervención	No evaluó dolor	↑ fuerza hombro, ↑ 1RM (p<0.01)

Tabla 3. Las revisiones sistemáticas y metaanálisis.

Revisión Sistemática	Patología	Tejido diana	(Frecuencia / Duración)	Duración de aplicación	Dolor	Funcionalidad
Plaza-Manzano G 2020;24(6):1023–1044.	Dolor músculo-esquelético general	Nervios periféricos (ciático, radial, femoral), puntos motores y músculos profundos (multifidos, cuadrado lumbar, trapecio)	1–10 Hz y 80–250 µs, variando por estudio	1–2 sesiones por semana, durante 2 a 6 semanas	PENS reduce significativamente el dolor frente a controles; diferencias mantenidas a corto y medio plazo	Mejoras funcionales con PENS en varias condiciones musculoesqueléticas (espalda, cuello, hombro)
Rodríguez-Lagos et al. (2023)	Dolor musculoesquelético (variado)	No se especifica un único nervio; se incluyen múltiples localizaciones dependiendo del estudio analizado (ej. trapecio, rodilla, etc.)	2-150 Hz y de 3-60 min	1 a 16 sesiones, 1 día a 8 semanas según estudio	Mejora inmediata del umbral del dolor a la presión (PPT), efecto leve-moderado; no mantenido a corto plazo	No se analiza funcionalidad como variable principal; centrado en mecanismos de dolor
Beltrán-Alacreu H, 2022;25(1):10–19.	Dolor músculo-esquelético (PENS vs TENS)	Predominantemente nervios periféricos (ciático, femoral, radial), algunos puntos musculares miofasciales	2–10 Hz, 15–30 min	1–2 veces por semana, en protocolos de 2 a 5 semanas	PENS reduce el dolor más que TENS (MD –1.0 cm); no clínicamente significativo al limitarse a estudios de bajo riesgo de sesgo	Mejora funcional similar con PENS y TENS; sin diferencias clínicamente relevantes en evidencia de alta calidad

Las revisiones publicadas entre 2020 y 2023 evaluaron la efectividad de la PENS en diferentes condiciones musculoesqueléticas. En general, los estudios incluidos reportaron reducción del dolor, particularmente cuando se aplicaron frecuencias bajas (1–10 Hz) y sesiones de entre 15 y 30 minutos, administradas durante 1 a 8 semanas. La revisión de Plaza-Manzano et al.⁽⁸⁾ abordó múltiples regiones anatómicas y reportó una mejora significativa en el dolor, aunque sin cambios funcionales consistentes. Rodríguez-Lagos et al.⁽¹⁵⁾ también encontró mejoras leves a moderadas en el dolor. Por su parte, Beltrán-Alacreu et al.⁽¹⁶⁾ comparó la PENS con la TENS, concluyendo que la PENS fue más eficaz para el alivio del dolor, aunque no analizó sistemáticamente los cambios funcionales ni detalló de manera uniforme los parámetros técnicos utilizados.

Las revisiones sistemáticas también coinciden en que la PENS es una técnica segura y con bajo riesgo de efectos adversos. Tanto Plaza-Manzano et al.⁽⁸⁾ como Rodríguez-Lagos et al.⁽¹⁵⁾ señalaron que la mayoría de los estudios incluidos no reportaron eventos adversos clínicamente relevantes. Aunque Beltrán-Alacreu et al.⁽¹⁶⁾ no especificó en profundidad los eventos adversos, indicó que no se hallaron diferencias relevantes en términos de seguridad entre la PENS y la TENS. Estos hallazgos apoyan la percepción de que la PENS es una intervención mínimamente invasiva, bien tolerada y con un perfil de seguridad favorable.

4. Discusión

La estimulación eléctrica nerviosa percutánea (PENS) representa un campo emergente y prometedor en el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos, con un crecimiento constante en la investigación durante los últimos cinco años. Los resultados de esta revisión narrativa indican que PENS produce efectos positivos sobre la intensidad del dolor y la funcionalidad en pacientes con diversas afecciones musculoesqueléticas. No obstante, estos efectos no son consistentes en todas las variables ni se mantienen necesariamente a medio plazo. Esta tendencia es coherente con ECA⁽²⁴⁾ y revisiones sistemáticas previas que ya apuntaban a una eficacia moderada a corto plazo para la reducción del dolor, pero con resultados inciertos respecto a la discapacidad asociada⁽⁸⁾.

Un aspecto común en la literatura es la considerable variabilidad metodológica entre los estudios. Las diferencias en los protocolos de aplicación —frecuencia, duración de la sesión, intensidad, número de sesiones o localización anatómica—, así como la inclusión de poblaciones clínicas muy diversas (cervicalgia, gonalgia, lumbalgia, dolor miofascial), dificultan establecer conclusiones definitivas. Aunque esta heterogeneidad ha sido destacada en múltiples análisis, consideramos que su abordaje debe centralizarse en propuestas de estandarización futura más que en reiteraciones descriptivas⁽¹⁵⁾.

Frente a otras terapias convencionales, como la estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS), la PENS ha demostrado una superioridad discreta pero significativa en el control del dolor musculoesquelético, aunque las diferencias clínicas no siempre son relevantes⁽¹⁶⁾. Esta ventaja podría explicarse por su capacidad de estimular tejidos profundos, como nervios periféricos o miofibras, en lugar de solo estructuras cutáneas. En comparación con técnicas como la electroacupuntura o la punción seca, la PENS también ha mostrado resultados similares en la mejora del dolor, aunque con menor consenso respecto a su superioridad en funcionalidad^(27,28).

En cuanto a los mecanismos de acción, los estudios experimentales más recientes respaldan la hipótesis de que la PENS ejerce efectos moduladores a nivel del sistema nervioso central. Se ha documentado su capacidad para activar las vías inhibitorias descendentes y promover la liberación de neurotransmisores como las endorfinas o encefalinas⁽²⁹⁾. Además, se ha demostrado que la estimulación eléctrica puede inducir plasticidad sináptica, reorganización funcional en la corteza motora y mayor inhibición intracortical, fenómenos directamente implicados en la modulación central del dolor⁽³⁰⁾. Una revisión sistemática reciente también respalda esta hipótesis, mostrando que la estimulación eléctrica sobre nervios periféricos induce plasticidad sináptica tanto en la médula espinal como en estructuras cerebrales, lo que refuerza su potencial neuromodulador en el tratamiento del dolor⁽³¹⁾.

Un hallazgo distintivo de esta revisión narrativa fue la relevancia del metaanálisis de Rodríguez-Lagos et al.⁽¹⁵⁾, centrado en los efectos de la PENS y la TENS sobre mecanismos endógenos del dolor. Aunque esta revisión no evaluó funcionalidad como variable principal, sí aportó evidencia clave sobre la modulación del procesamiento nociceptivo mediante medidas objetivas como el umbral de dolor por presión (PPT), la modulación condicionada del dolor (CPM) y la suma temporal del dolor (TSP). Los autores concluyeron que la PENS produce un efecto inmediato moderado en la hiperalgesia local, aunque no mantenido en el corto plazo, apoyando su papel como técnica neuromoduladora en la intervención del dolor musculoesquelético. La incorporación de este tipo de desenlaces fisiopatológicos refuerza la necesidad de que futuras investigaciones integren marcadores sensoriales y neurofisiológicos para comprender más profundamente la eficacia terapéutica de la PENS⁽²⁴⁾.

Un aspecto destacable es el uso de frecuencias elevadas en la aplicación de PENS. En este sentido, el estudio de Weiner et al.⁽³²⁾ constituye una aportación relevante, ya que utilizó una frecuencia de 100 Hz —solo explorada por León-Hernández et al.⁽¹¹⁾ en los últimos cinco años— en adultos mayores con dolor lumbar crónico. El protocolo incluyó sesiones de 30 minutos, dos veces por semana durante tres semanas, combinadas con ejercicio terapéutico. Los resultados mostraron una mejora significativa tanto en el dolor como en la funcionalidad, con efectos mantenidos hasta seis meses tras la intervención, lo que refuerza el potencial de la PENS en frecuencias altas para inducir neuromodulación sostenida⁽³²⁾. Este hallazgo es particularmente relevante, ya que la mayoría de los estudios recientes se han centrado en frecuencias bajas (2–10 Hz), sin explorar comparativamente las respuestas clínicas a frecuencias más elevadas.

Además, si bien la mayoría de los estudios incluidos se enfocaron en poblaciones con dolor musculoesquelético crónico, algunos trabajos^(13,14) han comenzado a investigar los efectos de la PENS en sujetos sanos, observando mejoras en fuerza, equilibrio dinámico o activación muscular tras una o pocas sesiones. Estos hallazgos sugieren un efecto facilitador sobre el rendimiento neuromuscular, aunque deben interpretarse con cautela dada la baja calidad metodológica y el enfoque exploratorio de dichos estudios. En cualquier caso, el foco principal debe mantenerse en su aplicación clínica en pacientes con dolor persistente.

Sin embargo, la mayoría de los estudios disponibles presentan limitaciones importantes⁽³³⁾. Muchos carecen de seguimiento a largo plazo, emplean muestras reducidas, o no controlan adecuadamente variables como el entrenamiento previo, comorbilidades u otras intervenciones concomitantes. La ausencia de protocolos estandarizados y la falta de indicadores neu-

rofisiológicos objetivos impiden consolidar la evidencia disponible. Además, persisten dudas sobre cuál es la dosis óptima de estimulación (frecuencia, intensidad, número de sesiones) para cada tipo de paciente y condición clínica.

A la luz de estas limitaciones, se recomienda que futuros ensayos clínicos incorporen tanto variables clínicas como fisiológicas, incluyendo medidas objetivas del sistema nervioso como neuroimagen, EMG o control motor. Además, se hace necesaria la estandarización de parámetros técnicos, el aumento del tamaño muestral y la inclusión de diseños metodológicos más sólidos, que permitan establecer comparaciones rigurosas y posicionar la PENS dentro de las intervenciones basadas en evidencia para el abordaje integral del dolor musculoesquelético.

5. Conclusiones

La estimulación eléctrica nerviosa percutánea (PENS) se presenta como una herramienta terapéutica mínimamente invasiva y segura, con efectos positivos en el tratamiento del dolor musculoesquelético, especialmente a corto plazo. Las revisiones sistemáticas actuales sugieren que la PENS puede reducir significativamente la intensidad del dolor en distintas condiciones musculoesqueléticas y, en algunos casos, mejorar la funcionalidad, aunque estos efectos no siempre se mantienen a medio o largo plazo.

La evidencia de calidad moderada indica que los efectos analgésicos inmediatos de la PENS podrían estar mediados por mecanismos como la modulación descendente del dolor, la activación de neurotransmisores endógenos y cambios en la excitabilidad central. Sin embargo, la falta de homogeneidad en los protocolos de aplicación, así como la escasa representación de ciertos grupos poblacionales y la limitada evaluación funcional en algunos estudios, subrayan la necesidad de investigaciones futuras más estandarizadas y con seguimiento prolongado.

Por tanto, se recomienda que futuros ensayos clínicos incorporen tanto variables clínicas como fisiológicas, incluyendo medidas objetivas del sistema nervioso, y establezcan comparaciones robustas que permitan posicionar la PENS dentro de las intervenciones basadas en evidencia para el abordaje integral del dolor musculoesquelético.

Referencias

1. Vos T, Lim SS, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204–22. doi: [10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9).
2. Bevan S. Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2015;29(3):356–73. doi: [10.1016/j.berh.2015.08.002](https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.08.002).
3. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*. 2003;81(9):646–56. PMID: 14710506 PMCID: PMC2572542
4. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. *Fisioterapia Invasiva: fundamentos y aplicaciones clínicas en el aparato locomotor*. 2.^a ed. Barcelona: Elsevier; 2020.

5. García-Collado A, Valera-Calero JA, Fernández-de-las-Peñas C, Arias-Burúa JL. Effects of ultrasound-guided nerve stimulation targeting peripheral nerve tissue on pain and function: A scoping review. *J Clin Med*. 2022;11(13):3753. doi:10.3390/jcm11133753.
6. Vance CGT, Dailey DL, Rakel BA, Sluka KA. Using TENS for pain control: the state of the evidence. *Pain Manag*. 2014;4(3):197–209. doi: 10.2217/pmt.14.13.
7. Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain*. 2003;4(3):109–21. doi: 10.1054/jpai.2003.434.
8. Plaza-Manzano G, Gómez-Chiguano GF, Cleland JA, Arias-Burúa JL, Fernández-de-Las-Peñas C, Navarro-Santana MJ. Effectiveness of percutaneous electrical nerve stimulation for musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Pain*. 2020;24(6):1023–44. doi: 10.1002/ejp.1559. Epub 2020 Apr 4.
9. Weiner RL, Reed KL. Peripheral neurostimulation for control of intractable occipital neuralgia. *Neuro-modulation*. 1999;2(3):217–21. doi: 10.1046/j.1525-1403.1999.00217.x.
10. García-Bermejo P, Valera-Calero JA, Fernández-de-las-Peñas C, Lara-Palomo IC, de-la-Llave-Rincón AI. Effects of ultrasound-guided percutaneous electrical nerve stimulation on anterior knee pain and quadriceps strength: a randomized controlled trial. *J Clin Med*. 2020;9(6):1801.
11. León-Hernández JV, Gil-Martínez A, La Touche R, Lara-Palomo IC, López-de-Uralde-Villanueva I, Fernández-Carnero J. Effects of percutaneous electrical nerve stimulation on myofascial trigger points of upper trapezius: a randomized controlled trial. *Pain Med*. 2021;22(3):632–41.
12. Albert-Lucena D, Navarro-Santana MJ, López-de-Uralde-Villanueva I, Díaz-Arribas MJ, Valera-Calero JA, Fernández-de-las-Peñas C, Plaza-Manzano G. Immediate effects of percutaneous electrical nerve stimulation in patients with lateral elbow pain. *Physiother Theory Pract*. 2024;40(12):2783–94. doi: 10.1080/09593985.2023.2296063
13. de la Cruz-Torres B, López-López D, Albornoz-Cabello M, González-Muñoz A, Barrero-Santiago L, Rodríguez-Mansilla J. Effects of percutaneous electrical nerve stimulation on the performance of the flexor hallucis longus in dancers: a cross-over study. *Med Probl Perform Art*. 2020;35(2):91–5.
14. Sangiacomo R, Valera F, Minaya F, Carcasona-Otal A, Herrero P, Lapuente-Hernández D. Effects of ultrasound-guided percutaneous neuromodulation on shoulder muscle strength in CrossFit athletes: a pilot randomized controlled trial. 2024. doi: 10.1016/j.neurom.2025.03.072
15. Rodríguez-Lagos L, Arribas-Romano A, Fernández-Carnero J, et al. Effects of percutaneous and transcutaneous electrical nerve stimulation on endogenous pain mechanisms in patients with musculoskeletal pain: a systematic review and meta-analysis. *Pain Med*. 2023;24(4):397–414. doi: 10.1093/pm/pnac140
16. Beltrán-Alcareu H, López-de-Uralde-Villanueva I, Plaza-Manzano G, Gómez-Chiguano GF, Cleland JA, Fernández-de-Las-Peñas C. Effectiveness of percutaneous electrical nerve stimulation versus transcutaneous in musculoskeletal pain: a systematic review. *Phys Ther Res*. 2022;25(1):10–19. doi: 10.1093/pm/pnac027
17. Ferrari R. Writing narrative style literature reviews. *Med Writ*. 2015;24(4):230–5. doi:10.1179/2047480615Z.000000000329.

18. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2008;336(7650):924–6. doi:10.1136/bmj.39489.470347.AD
19. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS), Numeric Rating Scale for Pain (NRS), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63(S11):S240–S252. doi: 10.1002/acr.20543.
20. Hjerstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for pain intensity in adults: a systematic literature review. *J Pain Symptom Manage*. 2011;41(6):1073–93. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016.
21. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(22):2940–52. doi: 10.1097/00007632-200011150-00017.
22. Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther*. 1991;14(7):409–15. PMID: 1834753
23. de Sire A, Ammendolia A, Lippi L, Farì G, Cisari C, Invernizzi M. Percutaneous Electrical Nerve Stimulation (PENS) as a Rehabilitation Approach for Reducing Mixed Chronic Pain in Patients with Musculoskeletal Disorders. *Appl Sci*. 2021;11(9):4257. doi:10.3390/app11094257
24. Ahmed HE, White PF, Craig WF, Hamza MA, Ghoname ES, Gajraj NM. Use of percutaneous electrical nerve stimulation (PENS) in the short-term management of headache. *Headache*. 2000 Apr;40(4):311-5. doi: 10.1046/j.1526-4610.2000.00046.x. PMID: 10759936.
25. San-Emeterio-Iglesias R, Minaya-Muñoz F, Romero-Morales C, De-la-Cruz-Torres B. Correct sciatic nerve management to apply ultrasound-guided percutaneous neuromodulation in patients with chronic low back pain: a pilot study. *Neuromodulation*. 2021;24(6):1067–1074. doi:10.1111/ner.13396.
26. San-Emeterio-Iglesias R, De-la-Cruz-Torres B, Romero-Morales C, Minaya-Muñoz F. Effect of ultrasound-guided percutaneous neuromodulation of sciatic nerve on hip muscle strength in chronic low back pain sufferers: a pilot study. *J Clin Med*. 2022;11(22):6672. doi:10.3390/jcm11226672.
27. Dunning J, Butts R, Young I, et al. Periosteal electrical dry needling as an adjunct to exercise and manual therapy for knee osteoarthritis: A multicenter randomized clinical trial. *Clin J Pain*. 2018;34(12):1149–1158. doi:10.1097/AJP.0000000000000632.
28. Pérez-Palomares S, Oliván-Blázquez B, Magallón-Botaya R, et al. Percutaneous Electrical Nerve Stimulation Versus Dry Needling in the Treatment of Chronic Low Back Pain: Effectiveness in 122 patients. *Med Probl Perform Art*. 2014;29(2):91–95.
29. Sluka KA, Bjordal JM, Marchand S, Rakel BA. What makes transcutaneous electrical nerve stimulation work? Making sense of the mixed results in the clinical literature. *Phys Ther*. 2013;93(10):1397–1402. doi:10.2522/ptj.20120281.

- 30.** Deer TR, Naidu R, Strand N, et al. A review of the bioelectronic implications of stimulation of the peripheral nervous system for chronic pain conditions. Bioelectron Med. 2020;6:9. doi: [10.1186/s42234-020-00045-5](https://doi.org/10.1186/s42234-020-00045-5)
- 31.** Beltrá P, Viudes-Sarrión N, Giner MJ, Tomás-Muñoz E, Pérez-Cervera L, Martín-San Agustín R, Ortega FJ, Valdesuso R, Suso-Martí L, Binshtok A, Delicado-Miralles M, Velasco E. Electrical nerve stimulation induces synaptic plasticity in the brain and the spinal cord: a systematic review. Neuromodulation. 2025 Apr 8. doi:[10.1016/j.neurom.2025.02.008](https://doi.org/10.1016/j.neurom.2025.02.008).
- 32.** Weiner DK, Rudy TE, Glick RM, et al. Efficacy of percutaneous electrical nerve stimulation and therapeutic exercise for older adults with chronic low back pain: a randomized controlled trial. Pain. 2008;140(2):344–357. doi: [10.1016/j.pain.2008.09.005](https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.09.005)
- 33.** Fidalgo-Martin I, Ramos-Álvarez JJ, Murias-Lozano R, Rodríguez-López ES. Effects of percutaneous neuromodulation in neuromusculoskeletal pathologies: A systematic review. Medicine (Baltimore). 2022;101(41):e31016. doi:[10.1097/MD.00000000000031016](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000031016)

Información editorial

✉ Correspondencia

javiertgt15@gmail.com

Fechas

Recibido: 11.01.2025

Aceptado: 21.07.2025

Publicado: 27.08.2025

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Los datos presentados en este estudio están disponibles a través del autor de correspondencia previa solicitud.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de intereses.

Cita sugerida

Guerrero Troyano J. Aplicación de la Estimulación Eléctrica Nerviosa Percutánea (PENS) en trastornos musculoesqueléticos: una revisión narrativa. Invasive Physiother Musculoskelet Med. 2025;1:e8. doi: [10.63360/ipmm.v1.e8](https://doi.org/10.63360/ipmm.v1.e8)

Descargo de responsabilidad/Nota del Editor

Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente del o los autores individuales y contribuyentes, y no de IPMM y/o del o los editores. IPMM y/o el o los editores rechazan toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades que resulte de ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

Copyright

© 2025 Las/os Autoras/es.

Publicado bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>).